

Голові
Разової спеціалізованої вченої ради
Національного університету «Львівська політехніка»
доктору технічних наук, професору
СТАХІРІ Павлу Йосиповичу

РЕЦЕНЗІЯ

професора кафедри програмного забезпечення Навчально-наукового інституту комп'ютерних наук та інформаційних технологій Національного університету «Львівська політехніка», доктора технічних наук

ФЕЧАНА Андрія Васильовича

на дисертаційну роботу

КАЧУРАКА Юрія Михайловича:

«Розробка рідкокристалічних чутливих елементів оптичних сенсорів для визначення концентрації парів ацетону та спиртів»

представлену на здобуття наукового ступеня доктора філософії в галузі знань 17 «Електроніка та телекомунікації» зі спеціальності 171 «Електроніка»

Актуальність теми

Дослідження рідкокристалічних оптичних сенсорів газів набуває все більшої актуальності в сучасному світі, де контроль якості повітря стає критично важливим для збереження здоров'я людини та навколишнього середовища. Рідкі кристали здатні змінювати свої оптичні властивості, такі як показник заломлення та колір, у відповідь на присутність певних газів. Це дозволяє створювати сенсори з високою чутливістю та селективністю, що є ключовим для точного виявлення та моніторингу газів в різних середовищах. Завдяки цим властивостям, рідкокристалічні сенсори можуть забезпечити високу точність та чутливість виявлення різноманітних газів, включаючи токсичні і забруднюючі речовини.

Однією з головних переваг рідкокристалічних оптичних сенсорів є їхня **здатність** працювати в реальному часі, що дозволяє негайно виявляти

присутність небезпечних газів і приймати відповідні заходи. Це особливо важливо в промислових умовах, де швидке виявлення витoku газів може запобігти аваріям і захистити життя працівників. Крім того, ці сенсори можуть бути використані в системах моніторингу повітря в міських районах для забезпечення здорового середовища для мешканців.

Інша важлива область застосування рідкокристалічних оптичних сенсорів – це медична діагностика. Деякі захворювання можуть бути виявлені за допомогою аналізу видиху пацієнта, що містить певні гази-індикатори. Рідкокристалічні сенсори можуть забезпечити неінвазивні методи діагностики, які є менш стресовими для пацієнтів і дозволяють швидко отримати результати.

Чутливі елементи сенсорів на основі рідких кристалів дозволяють створювати компактні сенсори, які можуть бути інтегровані в різноманітні пристрої та системи. Це відкриває нові можливості для їх використання в портативних пристроях, а також в автоматизованих системах контролю.

Зважаючи на зростаючі потреби в екологічному моніторингу, промисловій безпеці та медичній діагностиці, дослідження та розвиток рідкокристалічних оптичних сенсорів газів є надзвичайно актуальними. Саме одну з ключових тем досліджень в галузі рідкокристалічних оптичних сенсорів газів розглянуто в дисертаційній роботі Качурака Ю.М., а саме дослідження рідкокристалічних холестерико-нематичних сумішей на предмет взаємодії з ацетоном та спиртами, та розробку рідкокристалічного чутливого елемента на їх основі. Так, тема дисертаційної роботи та її результати на сьогодні є актуальними та добре корелюють з основними напрямками досліджень в галузі. Робота поєднує в собі як елементи прикладної електроніки так і результати в галузях матеріалознавчих досліджень.

Ступінь обґрунтованості та достовірності основних наукових положень, висновків і рекомендацій представлених в дисертаційній роботі підтверджено безпосередньо проведеними експериментальними дослідженнями рідкокристалічних сумішей та їх взаємодії з парами ацетону та спиртів. Для проведення досліджень автор використав сучасні, належно апробовані та відповідні до поставлених задач методики. Представлені в роботі

експериментальні дослідження добре співвідносяться за результатами між собою та демонструються хорошу кореляцію з роботами інших авторів у даній галузі. Достовірність та правдивість отриманих результатів відображено у висновках дисертаційної роботи. Основні результати дослідження автора опубліковано у міжнародних наукових виданнях, що входять до наукометричних баз Scopus та Web of Science, та наукових фахових виданнях України. Обговорення результатів дослідження проходило на міжнародних наукових конференціях. Усе зазначене вище дозволяє стверджувати про обґрунтованість та достовірність отриманих наукових результатів та висновків дисертаційної роботи.

Наукова новизна роботи дисертаційної роботи заключається у:

1. Виявлені та дослідженні взаємодії парів ацетону з рідкокристалічними сумішами на основі нематика E7 та оптико-активної домішки CB15. Досліджено перехідні процеси, що виникають в рідкокристалічному чутливому елементі при взаємодії з парами ацетону, а також зміни спектральних характеристик та швидкості фазового переходу.
2. Встановлено оптимальні рідкокристалічні суміші, що можуть слугувати в якості рідкокристалічного чутливого елементу сенсора на основі проведеного порівняння за основними параметрами та характеристиками рідкокристалічних сумішей з різними ваговими концентраціями компонентів. До них в роботі віднесено суміші E7 62% + CB15 38% та E7 56% + CB15 44%. Саме ці суміші мають достатній діапазон температурної стабільності, піки оптичного поглинання в видимому діапазоні та проявляють чутливість до парів ацетону та спиртів.
3. Встановлено що досліджувані в роботі рідкокристалічні суміші проявляють взаємодію з речовинами класу спиртів. Продемонстровано, що при цьому час переходу в порівнянні з ацетоном збільшується на 200-300%. Виявлено ефект зниження температури фазового переходу внаслідок взаємодії з ацетоном та спиртами, зокрема для суміші E7 56% + CB15 44% з 24 °C до 20,3 °C.
4. Виявлено присутність блакитної фази для досліджених рідкокристалічних сумішей при їх взаємодії з парами шкідливих органічних речовин, а саме

ацетону та спиртів. Досліджено її прояви під час взаємодії з шкідливими органічними речовинами.

Практичне значення одержаних результатів роботи насамперед полягає у тому, що результати проведених досліджень можуть бути використані для створення цілого ряду рідкокристалічних чутливих елементів для сенсорів газів. Результати дисертаційного дослідження Качурака Ю. М. можуть бути використані при виконанні науково-дослідних робіт та отримати подальше практичне застосування. Серед практичних результатів представлених в роботі основними є наступні:

1. При виконанні дисертаційної роботи автором синтезовано рідкокристалічні холестерико-нематичні суміші на основі нематика E7 та CB15, досліджено їх основні фізико-хімічні параметри. Виявлено їх взаємодію зі спиртами та ацетоном.
2. Досліджено впливи парів органічних шкідливих речовин (ацетон, спирти) на рідкокристалічні холестерико-нематичні суміші з різними ваговими концентраціями холестеричної домішки CB15. Виявлення особливостей фазових переходів під час таких досліджень дозволяє створювати на його основі чутливі елементи для газових сенсорів.
3. Розроблено методику використання вимірювання інтенсивностей пропускання та поглинання рідкокристалічної суміші в трьох спектральних складових, для виявлення фазових переходів їх властивостей та особливостей.
4. Використана система обробки даних на основі мікроконтролера може використовуватися і з іншими чутливими елементами, що працюють за рахунок зміни інтенсивності пропускання або поглинання випромінювання. Така система може бути масштабована під масиви сенсорів або використовуватись як підсистема, в парі з іншими типами сенсорів або інших приладів.

Відповідність теми дисертації профілю спеціальності, відсутність порушень академічної доброчесності. Практичний і науковий напрямок досліджень автора вказує на відповідність його дисертаційної роботи паспорту спеціальності 171 «Електроніка». Анотація дисертаційної роботи абсолютно

повністю відповідає її змісту, та передає основні наукові результати Качурака Ю.М.. Ніяких підстав для сумнівів у науковій добросовісності автора дисертаційної роботи в результаті детального ознайомлення з дисертацією не виявлено. Посилання на публікації за участю автора роботи повністю відображають тематику дисертації.

Зауваження та рекомендації до дисертаційної роботи. Незважаючи на низку одержаних автором важливих наукових і практичних результатів, в самій роботі присутні деякі недоліки:

1. В розділі 2 дисертаційної роботи представлено температурні залежності інтенсивностей пропускання для трьох спектральних діапазонів базових кольорів системи RGB, до них варто було б додати ще характеристики зміни кроку спіралі використаних сумішей E7 та CB15.
2. В другому розділі роботи варто було б додатково навести схему експериментальної установки з детальним описом складових елементів.
3. В частинах роботи де описано приймально-передавальні складові використаної установки для дослідження рідкокристалічних чутливих елементів варто надати ширшу характеристику як RGB світлодіодів так і фотоприймальної матриці. Таке доповнення забезпечить кращі можливості для відтворення таких експериментів іншими дослідниками.
4. До недоліків роботи також можна віднести поодинокі описки та стилістичні помилки, пов'язані, наприклад, з підписами рисунків.

Наведені зауваження ніяк не впливають на загальний високий рівень виконаної роботи та на загальну оцінку матеріалу дисертації.

Висновок про відповідність дисертації вимогам, які пред'являються до наукового ступеня доктора філософії. Дисертація Качурака Ю.М. «Розробка рідкокристалічних чутливих елементів оптичних сенсорів для визначення концентрації парів ацетону та спиртів» є завершеною науково-дослідною працею. За своєю актуальністю, науковою новизною, практичною цінністю, обґрунтованістю основних положень та висновків повністю відповідає вимогам

«Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження доктора філософії» затвердженого постановою Кабінету Міністрів від 12 січня 2022 р. №44 з останніми змінами, внесеними постановою КМ №341 від 21.03.2022 р., а її автор Качурак Юрій Михайлович може бути рекомендований для присудження, за умови розгляду разової спеціалізованої вченої ради Національного університету «Львівська політехніка» йому наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 171 «Електроніка».

Рецензент
професор кафедри
програмного забезпечення
Національного університету
«Львівська політехніка»
Д. т. н., професор

Андрій ФЕЧАН

Підпис д.т.н., проф. Фечана А.В. засвідчую

Вчений секретар
Національного університету
«Львівська політехніка»
К.т.н., доцент



Роман БРИЛИНСЬКИЙ